

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-4891

(P2001-4891A)

(43) 公開日 平成13年1月12日 (2001.1.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード [*] (参考)		
G 0 2 B	7/02	G 0 2 B	7/02	A	2 H 0 4 4
	3/00		3/00	Z	5 D 1 1 9
G 1 1 B	7/135	G 1 1 B	7/135	A	
	7/22		7/22		

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-173065

(22) 出願日 平成11年6月18日 (1999.6.18)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 原田 利明

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

Fターム (参考) 2H044 AA16 AA17 AC01

5D119 AA38 BA01 JA44 JC04 JC05

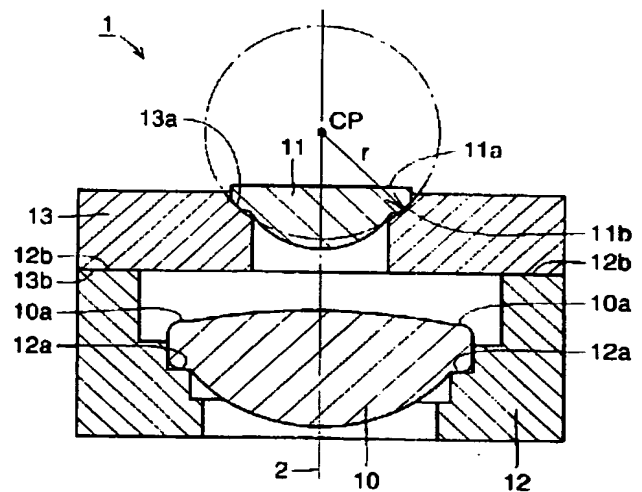
JC07 NA05

(54) 【発明の名称】 対物レンズおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 第1のレンズと第2のレンズとの距離を変化させることなく傾きと偏芯を調整できる対物レンズとその製造方法を提供する。

【解決手段】 第1のホルダ12に第1のレンズ10を取付ける工程と、球面13aに第2のレンズ11を摺動させながら第1のレンズ10の光軸に対して第2のレンズ11の光軸がなす角度を調整して、その角度が0となるように第2のレンズ11を第2のホルダ13に取付ける工程と、第1の面12bと第2の面13bとを接触させる工程と、第1の面12bと第2の面13bとを接触させた状態で第2のホルダ13を第1のホルダ12に対して摺動させることにより、第1のレンズ10の光軸と第2のレンズ11の光軸とを一致させて偏芯調整を行なう工程と、偏芯調整された第2のホルダ13を第1のホルダ12に対して固定する工程とを備える。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のホルダに第1のレンズを取付ける工程と、

第2のホルダのレンズ装着面に第2のレンズを摺動させながら第1のレンズの光軸に対して前記第2のレンズの光軸のなす角度を調整して、その角度が0になるように前記第2のレンズを前記第2のホルダに取付ける工程と、

前記第1のホルダの、基準軸に対して垂直な第1の面と、前記第2のホルダの、基準軸に対して垂直な第2の面とを互いに接触させる工程と、

前記第1の面と前記第2の面とを互いに接触させた状態で前記第2のホルダを前記第1のホルダに対して摺動させることにより、前記第1のレンズの光軸と前記第2のレンズの光軸とが一致するように偏芯調整を行なう工程と、

偏芯調整された前記第2のホルダを前記第1のホルダに対して固定する工程とを備えた、対物レンズの製造方法。

【請求項2】 前記第2のホルダに前記第2のレンズを取付ける工程は、前記第1のレンズに設けられた基準面にレーザ光を照射し、反射したレーザ光を観測することにより前記第1のレンズの光軸と基準軸とのなす第1の角度を測定することと、

前記第2のレンズに設けられた基準面にレーザ光を照射し、反射したレーザ光を観測することにより前記第2のレンズの光軸と基準軸とのなす第2の角度を測定することと、

前記第1の角度と前記第2の角度との差が0となるように前記第2のホルダのレンズ装着面上で前記第2のレンズを摺動させることにより位置決めして前記第2のレンズを前記第2のホルダに取付けることを含む、請求項1に記載の対物レンズの製造方法。

【請求項3】 前記偏芯調整を行なう工程は、前記第1のレンズと前記第2のレンズとを通過したレーザ光のビームスポットの形状が点対称の図形となるように前記第2のホルダを摺動させて前記第2のホルダを位置決めすることを含む、請求項1または2に記載の対物レンズの製造方法。

【請求項4】 基準軸に対して垂直な第1の面を有する第1のホルダと、
光軸を有し、かつ前記第1のホルダに取付けられた第1のレンズと、

基準軸に対して垂直な第2の面を有し、前記第1の面と前記第2の面とが接触した状態で前記第1のホルダに対して固定された第2のホルダと、

前記第1のレンズの光軸と同一軸の光軸を有し、かつ前記第2のホルダに取付けられた第2のレンズとを備えた、対物レンズ。

【請求項5】 前記第2のホルダは球面状の凹部を有

し、前記第2のレンズは前記球面状の凹部の曲率半径と同一の曲率半径を有する球面状の凸部を有し、前記第2のホルダの凹部に前記第2のレンズの凸部がはまり合うように前記第2のレンズが位置決めされている、請求項4に記載の対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、対物レンズおよびその製造方法に関し、特に、光ディスク、光磁気ディスクなどの光学記録媒体からの情報の書込や読出を行なう光学ピックアップレンズとしての対物レンズおよびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、情報の記録媒体として、いわゆる光ディスク、光磁気ディスクまたは光カードのような種々の光学記録媒体が提案されている。この光学記録媒体への情報の書込や読出を行なう方法として、光学記録媒体に光を照射する、いわゆる光学ピックアップが用いられている。

【0003】この光学ピックアップにおいては、光学記録媒体に照射される光は対物レンズにより集光され、その焦点が光学記録媒体の面上に位置する。この方法では、対物レンズの開口数（NA）を大きくすることにより、集光された光のビーム径を小さくすることができ、光学記録媒体の信号の記録密度を向上させることができる。

【0004】しかし、単一のレンズで構成される対物レンズである、いわゆる単玉レンズでは、開口数を大きくしようとした場合、屈折パワーを大きくする必要がある。屈折パワーを大きくすると対物レンズの曲率が小さくなり、屈折面同士の位置決め精度を向上させる必要がある。そのため、単玉レンズでは開口数を0.6程度にするのが限界であった。

【0005】この単玉レンズに対して、2つのレンズで構成されるいわゆる2群レンズでは開口数を大きくすることが可能である。ここで、2群レンズについて説明する。

【0006】図9は、従来の2群レンズで構成される対物レンズの模式図である。図9を参照して、対物レンズは、2群レンズ60により構成される。2群レンズ60は、第1のレンズ61と第2のレンズ62により構成されている。第1のレンズ61は、半導体レーザから発射されたレーザ光が入射される第1の面63と第2のレンズ62に向かい合う第2の面64とからなる。第2のレンズ62は、第1のレンズ61を透過してきたレーザ光が入射される第3の面65と光学記録媒体に向かい合う第4の面66とを有する。

【0007】このように構成された2群レンズ60においては、レーザ光の屈折パワーを分散させることができるので、容易に開口数を大きくできる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】図9で示すような対物レンズにおいては、第1のレンズ61および第2のレンズ62を支持するレンズホルダの加工精度やレンズ固定時の固定誤差により第1のレンズ61と第2のレンズ62との間に相対的な傾きやレンズ軸のずれが生じる。そのため、これらを調整するための方法が必要となる。

【0009】ここで、特開平7-220286号公報には、いわゆる単玉レンズでのレンズの傾きを調整する方法が記載されている。しかしながら、この方法では、1つのレンズの傾きは調整できても、2つのレンズ間の傾きや、2つのレンズのレンズ軸間のずれの調整（偏芯調整）はできない。

【0010】また、特開平10-255304号公報では、対物レンズとして用いられる2つのレンズ間の傾き調整と偏芯調整について記載されている。しかしながら、ここに記載された方法では、傾きや偏芯を調整している間にレンズ間の距離が変わり2つのレンズにより構成される焦点の位置が変化する恐れがある。この場合、球面収差が発生し、対物レンズ性能を劣化させてしまうことになる。

【0011】そこで、この発明は、上述のような問題点を解決するためになされたものであり、2つのレンズ間の距離を変えることなく、傾き調整および偏芯調整を行なうことができ、データを確実に書込み、かつ読取ることができる対物レンズとその製造方法を提供することを目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明に従った対物レンズの製造方法は以下の工程を備える。

【0013】(1) 第1のホルダに第1のレンズを取付ける工程。

(2) 第2のホルダのレンズ装着面に第2のレンズを摺動させながら第1のレンズの光軸に対して第2のレンズの光軸がなす角度を調整して、その角度が0になるように第2のレンズを第2のホルダに取付ける工程。

【0014】(3) 第1のホルダの、基準軸に対して垂直な第1の面と、第2のホルダの、基準軸に対して垂直な第2の面とを互いに接触させる工程。

【0015】(4) 第1の面と第2の面とを互いに接触させた状態で第2のホルダを第1のホルダに対して摺動させることにより、第1のレンズの光軸と第2のレンズの光軸とが一致するように偏芯調整を行なう工程。

【0016】(5) 偏芯調整された第2のホルダを第1のホルダに対して固定する工程。このような工程を備えた対物レンズの製造方法に従えば、第1のホルダを第2のホルダに対して摺動させて偏芯調整を行なう。摺動面としての第1の面と第2の面とが基準軸に対して垂直であるので、第1のレンズと第2のレンズのそれぞれが、基準軸に対して垂直な方向に移動する。そのため、

第1のレンズと第2のレンズとの摺動面からの距離は偏芯調整の際に変化しない。その結果、第1と第2のレンズの光軸のなす角度が0、すなわち平行になっていれば、上述の摺動だけで偏芯調整を行なえる。

【0017】また、第2のレンズを取付ける際には、第2のレンズは第2のホルダのレンズ装着面上で摺動するため、第2のレンズと第1のレンズとの距離は第2のレンズの取付けの際に変化することがない。そのため、第2のレンズの傾きの調整の際にも第1のレンズと第2のレンズとの距離が変化しない。

【0018】その結果、第1と第2のレンズ間の距離が常に一定になる。したがって、データを確実に読取ることができ、さらにデータを確実に書込むことができる対物レンズが提供できる。

【0019】また、第2のホルダに第2のレンズを取付ける工程は、好ましくは、第1のレンズに設けられた基準面にレーザ光を照射し、反射したレーザ光を観測することにより第1のレンズの光軸と基準軸とのなす第1の角度を測定することと、第2のレンズに設けられた基準面にレーザ光を照射し、反射したレーザ光を観測することにより第2のレンズの光軸と基準軸のなす第2の角度を測定することと、第1の角度と第2の角度との差が0となるように第2のホルダのレンズ装着面上で第2のレンズを摺動させることにより位置決めして第2のレンズを第2のホルダに取付けることを含む。

【0020】この場合、第1のレンズの光軸と基準軸とのなす角度をレーザ光で測定し、さらに、第2のレンズの光軸と基準軸とのなす角度をレーザ光で測定するため、これらの角度を精密に測定することができる。そのため、第2のレンズをさらに精密に位置決めすることができる。その結果、データを確実に読取ることができ、かつデータを確実に書込むことができる対物レンズを提供できる。

【0021】また、偏芯調整を行なう工程は、好ましくは、第1のレンズと第2のレンズとを通過したレーザ光のビームスポットの形状が点対称の図形となるように第2のホルダを摺動させて第2のホルダを位置決めすることを含む。

【0022】この発明に従った対物レンズは、第1のホルダと、第1のレンズと、第2のホルダと、第2のレンズを備える。第1のホルダは、基準軸に対して垂直な第1の面を有する。第1のレンズは、光軸を有し、第1のホルダに取付けられている。第2のホルダは、基準軸に対して垂直な第2の面を有し、第1の面と第2の面とが接触した状態で第1のホルダに対して固定されている。第2のレンズは第1のレンズの光軸と同一軸の光軸を有し、かつ第2のホルダに取付けられている。

【0023】このように構成された対物レンズにおいては、第1のレンズが第1のホルダに取付けられ、第2のレンズが第2のホルダに取付けられているので、第2の

レンズの傾きを第2のホルダ上で調整することにより、傾きの調整の際に第1のレンズと第2のレンズとの距離が変化することがない。

【0024】また、基準軸に対して垂直な第1の面と第2の面とが接しているため、この第1の面に対して第2の面を摺動させることにより偏芯調整をすれば、偏芯調整の際に第1のレンズと第2のレンズとの間の距離が変化することがない。このため、第1のレンズと第2のレンズとの距離が一定となり、焦点の位置が変化しない。その結果データを確実に読取ることができ、かつデータを確実に書込むことができる対物レンズを提供できる。

【0025】また、好ましくは、第2のホルダは球面状の凹部を有する。第2のレンズは球面状の凹部の曲率半径と同一の曲率半径を有する球面状の凸部を有する。第2のホルダの凹部に第2のレンズの凸部がはまり合うように第2のレンズが位置決めされている。

【0026】この場合、第2のホルダの凹部の曲率半径と第2のレンズの凸部の曲率半径が同一であるため、これらは隙間なくはまり合う。そのため、第2のホルダに第2のレンズが確実に位置決めされることができる。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0028】(実施の形態1) 図1は、この発明の実施の形態1に従った対物レンズを示す断面図である。図1を参照して、対物レンズ1は、第1のレンズ10と、第1のホルダ12と、第2のレンズ11と、第2のホルダ13とを備える。

【0029】第1のホルダ12は、第1のレンズ10を載置するための面である平面12aと、第2のホルダ13を載置するための面である第1の面としての平面12bとを有する。平面12aおよび12bは、一点鎖線で示す基準軸2に対して垂直な平面である。また、平面12aおよび12bは、他の部材と接触するため、高精度に加工されている。

【0030】第1のレンズ10は第1のホルダ12の平面12aに載置されている。第1のレンズ10と第1のホルダ12とは接着剤により固定されている。第1のレンズ10には、その傾きを計測するための基準面としての平面10aが形成されている。

【0031】第2のホルダ13は第2のレンズ11を載置するためのレンズ装着面としての球面13aと第1のホルダ12と接触する第2の面としての平面13bとを有する。平面13bは平面12bと接触しており基準軸2に対して垂直に形成されている。この平面13bも平面12bとともに高い精度で形成されている。球面13aの中心点Cは光軸2上にあり、球面13aの曲率半径は r である。

【0032】第2のホルダ13の球面13aには第2のレンズ11が載置されている。第2のレンズ11は球面

13aと接触する球面11bの曲率半径は r であり、球面13aの曲率半径と同一である。そのため、球面11bを有する。球面11bのすべての部分が球面13aと接触している。第1および第2のレンズ10および11の光軸は、基準軸2と同一軸であることが望ましい。

【0033】次に、球面11bと球面13aとの接触部分について詳細に説明する。図2は、第2のホルダ13と第2のレンズ11との接触部分を拡大して示す断面図である。図2を参照して、第2のホルダ13の球面13aと第2のレンズ11の球面11bとが同一の曲率半径 r を有する。球面13aは凹部を形成しており、球面11bは凸部を形成している。

【0034】次に、図1で示す対物レンズの製造方法について説明する。図3～6は、対物レンズの製造工程を示す図である。

【0035】まず、図1を参照して、第1のホルダ12の平面12aに第1のレンズ10を載置して第1のレンズ10を第1のホルダ12に接着固定する。

【0036】図3を参照して、レーザ光源101から発射したレーザ光102を第1のレンズ10の平面(コバ面)10aに照射する。これにより、反射したレーザ光103が到達する位置を測定する。第1のレンズ10の光軸が基準軸2に対して傾いている場合には、レーザ光源101と、反射光103との間の距離 d より、第1のレンズ10の光軸と基準軸2とのなす角度を算出する。

【0037】また、図4を参照して、第1のレンズ10の光軸と基準軸とのなす角度が0度である場合には、レーザ光源101から照射されたレーザ光102はコバ面10aで反射してレーザ光源101へ帰る。

【0038】図5を参照して、第2のホルダ13上に第2のレンズ11を載置する。第2のレンズ11の平面(コバ面)11aに図3に示す方法と同様にしてレーザ光を照射する。このレーザ光が平面11aで反射するので、反射したレーザ光と入射したレーザ光とのずれから基準軸2と第2のレンズ11の光軸とのなす角度を求める。

【0039】次に、第2のレンズ11上方に治具50を位置決めする。治具50は第1のレンズ11の平面11aに接触する平面50aを有する。治具50はアームを介して位置決めされており図5で示す x 軸に平行な方向、 y 軸に平行な方向、 z 軸に平行な方向に平行移動することが可能である。また、治具50は、 x 軸を中心とした回動運動、 y 軸を中心とした回動運動をすることが可能である。

【0040】この治具50の平面50aと基準軸2とのなす角度が第1のレンズ10の光軸と基準軸2とのなす角度と一致するように、治具50を x 軸を中心とした回動運動、 y 軸を中心とした回動運動させる。

【0041】その後、治具50を x 軸方向と y 軸方向に

動かして治具50を第2のレンズ11の真上に位置決めする。そして、治具50をz軸方向に移動させて平面50aを平面11aに接触させる。これにより第2のレンズ11は第2のホルダ13の球面13a上で摺動して第2のレンズ11の平面11aが治具50の平面50aと完全に接触する。

【0042】これにより、第2のレンズ11の光軸と基準軸2とのなす角度は、平面50aと基準軸2とのなす角度に等しくなり、さらに、第1のレンズ10の光軸と基準軸2とのなす角度と等しくなる。このように第2のレンズ11の傾きの調整が終了した時点で第2のレンズ11と第2のホルダ13とを接着剤で固定する。

【0043】以上の図3～図5で示す工程に従えば、基準軸2と第1のレンズ10の光軸とのなす角度と、基準軸2と第2のレンズ11の光軸とのなす角度が等しくなり、第1のレンズ10の光軸と第2のレンズ11の光軸は平行となる。この2つの光軸を一致させるために以下の偏芯調整を行なう。

【0044】図6を参照して、偏芯調整を行なうには、第1のホルダ12と第2のホルダ13とを接触させた状態でこれらをベース板41上に載置する。ベース板41の下方に、コリメートされたレーザ光を射出するレーザ光源40を設ける。第2のホルダ13の上方に記録媒体の透明保護層に対応した厚みを有するカバーガラス42を設ける。

【0045】カバーガラス42の上方に、集光されたビームスポットを拡大するためのビームスポット観測計用の対物レンズ43を設ける。対物レンズ43の上方には、像を結像させるための結像レンズ44を設ける。結像レンズ44の上方には結像レンズ44を通過することにより得られる撮像面を観測するためのCCD(Charge coupled device)45を設ける。ビームスポット観測計用の対物レンズ43の倍率は100倍とし、結像レンズ44の倍率は20倍とする。

【0046】このような装置を用いて、レーザ光源40からコリメートされたレーザ光を第1のレンズ10に向かって射出する。第1のレンズ10で集光されたレーザ光はさらに第2のレンズ11で集光される。そして、カバーガラス42上でレーザ光が結像する。

【0047】レーザ光はカバーガラス42から離れるに従って発散し、対物レンズ43に入る。対物レンズ43を通過した後、レーザ光はさらに集光し、結像レンズ44内に入る。結像レンズ44を通過したレーザ光はCCD45上で集光し、その集光して得られた像をCCD45が観測する。

【0048】ここで、第1のホルダ12に対して第2のホルダ13を摺動させてCCD45上で得られる像を観測する。CCD45上で得られる像が輪帯を含み、点対称な形状(点対称の図形)となれば第1のレンズ10の光軸と第2のレンズ11の光軸とが一致したことを示す

ため、この時点で第2のホルダ13を摺動させるのをやめ第2のホルダ13を第1のホルダ12に接合固定する。なお、第2のホルダ13を摺動させる際には、マイクロメータなどの微少送り機構を利用することにより、高精度な位置決めが可能となる。

【0049】以上の工程に従い、対物レンズの傾きの調整と偏芯調整が終了し、高精度に位置決めされた対物レンズ(対物レンズ保持装置)が完成する。

【0050】このような対物レンズとその製造方法に従えば、まず、第2のレンズ11の傾きを調整する際に、第2のレンズ11を第2のホルダ13に載置した状態で調整を行なう。このとき、第2のレンズ11は第2のホルダ13上に載置されており、球面13a上で摺動するため、第2のレンズ11と、その下に設けられた第1のレンズ10との間の距離が変化することがない。

【0051】また、偏芯調整を行なう際には、図6で示すように、第1のホルダ12に対して第2のホルダ13を摺動させる。ここで、第1のホルダ12の平面12aと第2のホルダ13の平面13aとが接触しており、これらは互いに基準軸2に対して垂直であるため、摺動の際には、第2のレンズ11は基準軸2に対して垂直な面上を動く。そのため、第1のレンズ10と第2のレンズ11との間の距離が変化することがない。

【0052】したがって、いずれの工程でも第1のレンズ10と第2のレンズ11との間の距離が変化することがなく、合成焦点の位置が変わらない。その結果、情報を正確に読取ることができ、かつ書込むことができる高精度な対物レンズを提供することができる。

【0053】具体的には、この2群レンズを用いれば、レンズ単体として要求される誤差の許容範囲、たとえば0.04rms(root mean square)を超えた収差が発生することがない。

【0054】また、第2のレンズ11と第2のホルダ13とが互いに同一の曲率半径を有する球面11bおよび13aで接触していることにより、接触面積が大きくなり、第2のホルダ13に第2のレンズ11を確実に固定できる。さらに、これらの球面11bおよび13aの作用により、第1のレンズ10と第2のレンズ11とらの間のレンズ間の距離が変化することがない。

【0055】(実施の形態2)図7および図8は、この発明の実施の形態2に従った第2のレンズと第2のホルダとの接触部分を拡大して示す図である。実施の形態1では第1のレンズ11は球面11bを有し、第2のホルダ13は球面13aを有し、これらが互いに接触していたが、図7で示す第2のレンズ11は平面であるテーパ面11cを有し、第2のホルダ13は実施の形態1と同様球面13aを有する。この場合、第2のレンズ11と第2のホルダ13とは線接触することになる。

【0056】また、図8で示すように、第2のレンズ11が球面11bを有し、第2のホルダ13が平面である

テーバ面13cを有していてもよい。この場合にでも、第2のレンズ11と第2のホルダ13とが線接触する。

【0057】このような構成とすることにより、実施の形態1と同様の効果がある。以上、この発明の実施の形態について説明したが、上述の実施の形態はさまざまな変形することが可能である。まず、実施の形態1および2では、レンズ自身をホルダに接触させる構造としているが、レンズを上述の球面やテーバ面をもつ部材で保持し、この部材と接触するようにホルダを設けてもよい。

【0058】この場合、レンズを保持する部材として金属部品を使用することができるので、この金属部品の精度を向上させやすく、強度を大きくできる。そのため、傾き調整を行なうために摺動した際にきずがつきにくいという効果がある。

【0059】また、実施の形態1において偏芯調整の際にビームスポットの形状を見ながらレンズ間の偏芯調整を行なう構成としているが、干渉計を用いて波面収差を測定しながらレンズ間の偏芯調整を行なう構成としてもよい。

【0060】さらに、上述の実施の形態では、2つのホルダにそれぞれレンズを固定し、これらのホルダを接触させるような構成としているが、第1のホルダまたは第2のホルダに光軸方向に対する間隔調整機構を持たせることも可能である。なお、この間隔調整機構については特開平10-255290号公報に記載されているものを用いることが可能である。

【0061】これにより、球面の加工公差または接着固定時に生じる誤差により発生するレンズ間のずれを調整することができる。

【0062】さらに、上述の実施の形態1では、第2のレンズの球面と第2のホルダの球面の中心を一致させているが、さらにこの中心と2つのレンズにより得られる焦点とを一致させることが好ましい。この場合、2つのレンズ間の偏芯が調整されていれば、傾きの調整を行なう際に第2のレンズを回動させても、2つのレンズにより得られる合成焦点の位置の移動を最小にすることができる。

【0063】また、第2のレンズと第2のホルダの一方が球面を有し、他方がテーバ面を有して双方が線接触する場合においても、第2のレンズの回動中心を2つのレンズの合成焦点と一致させることにより同様の効果を得ることができる。

【0064】さらに、第2のレンズが半球形またはほぼ半球形の形状であり、第2のホルダが、この第2のレン

ズの球面または半球面がはまる球面状の凹部を有し、第2のレンズの球面と凹部の球面との中心がレンズの焦点と一致する構成とすることも可能である。この場合、レンズ側にレンズを載置するための球面を作る必要がなくなる。

【0065】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0066】

【発明の効果】この発明による対物レンズの製造方法に従えば、データを確実に読取ることができ、さらにデータを確実に書込むことができる対物レンズを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態1に従った対物レンズを示す断面図である。

【図2】図1で示す第2のレンズと第2のホルダとの接触部分を拡大して示す図である。

【図3】図1で示す対物レンズの製造方法の第1工程を示す模式図である。

【図4】図1で示す対物レンズの製造方法の第1工程を示す模式図である。

【図5】図1で示す対物レンズの製造方法の第2工程を示す断面図である。

【図6】図1で示す対物レンズの製造方法の第3工程を示す断面図である。

【図7】この発明の実施の形態2に従った第2のレンズと第2のホルダとの接触部分を拡大して示す図である。

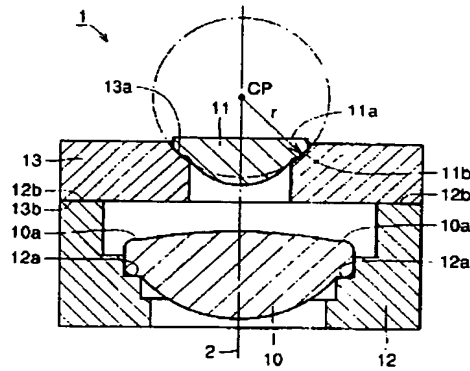
【図8】この発明の実施の形態2に従った第2のレンズと第2のホルダとの接触部分を拡大して示す図である。

【図9】従来の2群レンズで構成される対物レンズの模式図である。

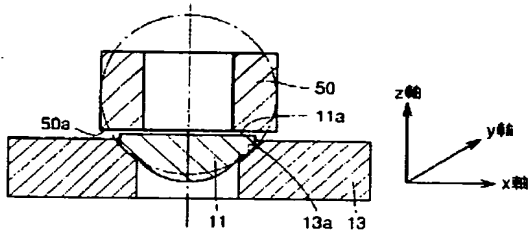
【符号の説明】

- 1 対物レンズ
- 2 基準軸
- 10 第1のレンズ
- 10a, 11a, 12a, 12b, 13b 平面
- 11 第2のレンズ
- 11b, 13a 球面
- 12 第1のホルダ
- 13 第2のホルダ

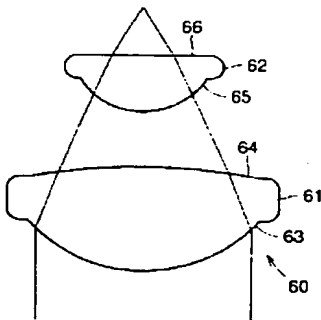
【図1】



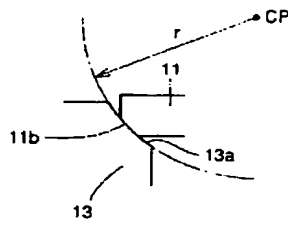
【図5】



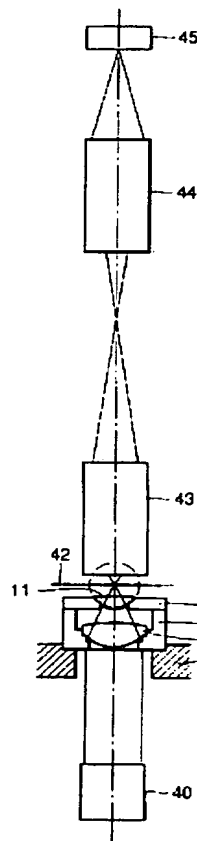
【図9】



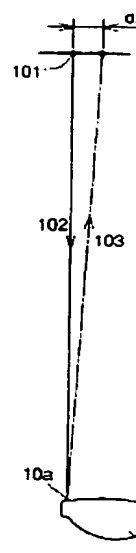
【図2】



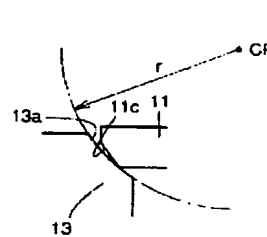
【図6】



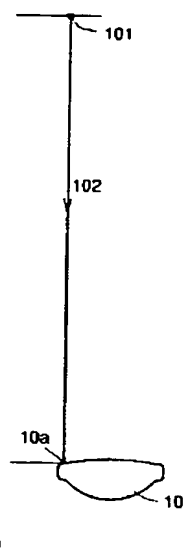
【図3】



【図7】



【図4】



【図8】

